

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-093673

(43)Date of publication of application : 06.04.2001

(51)Int.Cl.

H05B 33/26

H05B 33/14

(21)Application number : 11-273451

(71)Applicant : SHARP CORP

(22)Date of filing : 27.09.1999

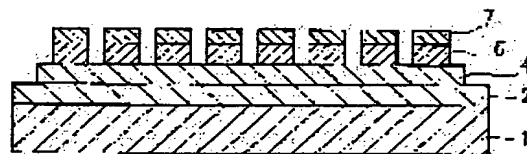
(72)Inventor : FUJITA YOSHIMASA

## (54) ORGANIC ELECTROLUMINESCENCE ELEMENT

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an organic EL element with high productivity to be driven with a low voltage.

SOLUTION: This organic EL element comprises an anode, a cathode, and an organic EL medium layer held between the anode and the cathode. The organic EL medium layer includes an organic light-emitting layer, and at least one of the anode and the cathode has a structure of layers consisting of a first electrode, including conductive particles formed by the printing method and a second electrode formed by plating method.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-93673

(P2001-93673A)

(43) 公開日 平成13年4月6日 (2001.4.6)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

ターム(参考)

H 0 5 B 33/26

H 0 5 B 33/26

Z 3 K 0 0 7

33/14

33/14

A

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平11-273451

(22) 出願日 平成11年9月27日 (1999.9.27)

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者 藤田 悦昌

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

シャープ株式会社内

(74) 代理人 100078282

弁理士 山本 秀策

Fターム(参考) 3K007 AB05 AB06 AB18 CA01 CA02

CA05 CA06 CB01 DA00 DB03

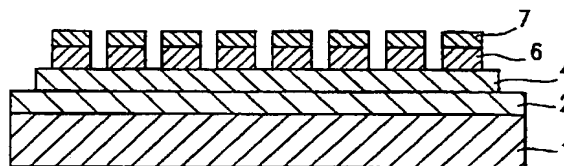
EB00 FA01 FA03

(54) 【発明の名称】 有機エレクトロルミネッセンス素子

(57) 【要約】

【課題】 低電圧駆動可能で生産性の高い有機EL素子を提供すること。

【解決手段】 陽極と、陰極と、該陽極および該陰極により挟持された有機EL媒体層とを有する有機EL素子であって、該有機EL媒体層は、有機発光層を含み、該陽極および該陰極のうちの少なくとも一方の電極が、印刷法により形成される導電性微粒子を含有する第1電極とメッキ法によって形成された第2電極とが積層された構造である、有機EL素子。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 陽極と、陰極と、該陽極および該陰極により挟持された有機EL媒体層とを有する有機EL素子であって、

該有機EL媒体層は、有機発光層を含み、

該陽極および該陰極のうちの少なくとも一方の電極が、印刷法により形成される導電性微粒子を含有する第1電極とメッキ法によって形成された第2電極とが積層された構造を有する、有機EL素子。

【請求項2】 請求項1に記載の有機EL素子であって、

前記陰極が前記第1電極と前記第2電極との積層構造からなり、

前記導電性微粒子が、4.0 eV以下の仕事関数を有する、有機EL素子。

【請求項3】 請求項1に記載の有機EL素子であって、

前記陽極が前記第1電極と前記第2電極との積層構造からなり、

前記導電性微粒子が、5.0 eV以上の仕事関数を有する、有機EL素子。

【請求項4】 前記第2電極が、銅、ニッケル、亜鉛、錫、金、または銀、あるいはそれらを含有する合金から選択される、請求項1～3のいずれか1項に記載の有機EL素子。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、有機エレクトロルミネッセンス素子（本明細書中では、有機EL素子ともいう）に関する。より詳細には、本発明は平面光源や表示素子に使用できるエレクトロルミネッセンス素子に関する。

## 【0002】

【従来の技術】近年、有機物を用いた電界発光素子が、注目を集めている。特に、有機薄膜を2層構造にして、正孔輸送層と電子輸送性の発光層とを真空蒸着法により積層した素子で高い発光効率が得られることがTnagらにより報告された後、活発な研究が世界各地で行われてきている（Appl. Phys. Lett. 51, 913, 1987）。また、この報告の直後に、安達らにより、正孔輸送性の発光層と電子輸送層とを積層した素子が報告された（Appl. Phys. Lett. 56 (9), 26 February 1990）。また、高分子材料系の有機EL素子も報告されている（WO9013148）。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】ここで、高分子系有機EL素子の最大の特徴は、生産性の高いウェットプロセスで膜を作製できる点である。しかし、従来この膜の上に形成する陰極は真空蒸着法により形成されてきた。こ

のことに、生産ラインを構成する場合、陰極作製の為に真空装置を導入する必要があり、ウェットプロセスで作製可能な高分子系有機EL素子の生産コスト面、生産時間での利点が減ぜられてしまう。

【0004】この1つの解決法として、ウェットプロセス（印刷法）で陰極を形成する試みがなされている（特開平5-251186）。しかし、この方法で形成される陰極の電気抵抗は $\rho = 10^{-3} \sim 10^{-4} (\Omega \cdot \text{cm})$

と、従来の真空蒸着法の場合の電気抵抗 $\rho \approx 10^{-6} (\Omega \cdot \text{cm})$ に比べて非常に高い値となり、その結果、素子駆動電圧が格段に上がってしまうという問題が生じる。

【0005】本発明は、上記の課題に鑑みてなされたものである。その目的は、低抵抗の電極をウェットプロセスで形成することで、低電圧駆動可能で生産性の高い有機EL素子を提供することである。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】本発明者らは、このような事情を鑑み、有機EL素子において、ウェットプロセスによりパターン成膜可能な電極の電気抵抗を下げるため鋭意検討を行った。その結果、以下のような特徴を有する本発明の有機EL素子を完成するに至った。

【0007】具体的には、本発明の有機EL素子は、陽極と、陰極と、該陽極および該陰極により挟持された有機EL媒体層とを有する有機EL素子であって、該有機EL媒体層は、有機発光層を含み、該陽極および該陰極のうちの少なくとも一方の電極が、印刷法により形成される導電性微粒子を含有する第1電極とメッキ法によって形成された第2電極とが積層された構造を有する。

【0008】1つの実施態様では、前記陰極が前記第1電極と前記第2電極との積層構造からなり、前記導電性微粒子が、4.0 eV以下の仕事関数を有する。

【0009】別の実施態様では、前記陽極が前記第1電極と前記第2電極との積層構造からなり、前記導電性微粒子が、5.0 eV以上の仕事関数を有する。

【0010】1つの実施態様では、前記第2電極が、銅、ニッケル、亜鉛、錫、金、または銀、あるいはそれらを含有する合金から選択される。

【0011】ここで、「それらを含有する合金」とは、銅、ニッケル、亜鉛、錫、金、または銀を含有する合金、あるいは、それらに加えてさらに任意の導電性金属を含有する合金をいう。

## 【0012】

【発明の実施の形態】本発明の有機EL素子は、有機発光層を含む有機EL媒体層が、陽極と陰極により挟持された有機エレクトロルミネッセンス（EL）素子である。陽極と陰極のうち、少なくとも一方の電極は、印刷法により形成された導電性微粒子を含有する第1電極層とメッキ法によって形成された第2電極層とが積層された積層構造を有する。

【0013】（透明基板）本発明の有機EL素子は、好

ましくは、透明基板上に積層された積層体として提供される。

【0014】透明基板は、基板となり得る透明な材料であれば特に限定されない。石英またはガラス等の透明無機材料からなる基板、あるいはポリエステル、ポリエチレンテレフタレート、ポリイミド、ポリメタクリレート、ポリカーボネート、またはポリサルホン等のプラスチックフィルムもしくはシートからなる基板が好ましく用いられる。

【0015】透明基板の厚みは、基板として機能し得る限り、任意の厚みであり得る。好ましくは、10μm~1cmであり、より好ましくは、50μm~3mmであり、さらに好ましくは、100μm~1.5mmである。

【0016】(有機EL媒体層) 本明細書中において、有機EL媒体層とは、有機発光層、あるいは必要に応じて正孔輸送層および/または電子輸送層を有機発光層に積層して得られた、層もしくは積層体をいう。従って、有機EL媒体層は、少なくとも1層の有機発光層を有する。複数の有機発光層を有してもよい。

【0017】(有機発光層) 有機発光層は、有機発光材料を必須成分として含む。有機発光材料は、高分子発光材料もしくは高分子発光材料の前駆体、または低分子発光材料から選択される。

【0018】有機発光層は、高分子発光材料、または高分子発光材料の前駆体から構成され得る。また有機発光層は、低分子発光材料が高分子材料中に分散されて構成されても良い。

【0019】また有機発光層は、正孔輸送材料、電子輸送材料、添加剤(ドナー、アクセプター等)、または発光性のドーパントなどを含有しても良い。

【0020】高分子発光材料としては、有機EL素子の発光材料に使用され得る公知の任意の高分子発光材料を選択して用いることができる。例えば、ポリ(2-デシルオキシ-1,4-フェニル)(DO-PPP)、ポリ[2,5-ビス[2-(N,N,N-トリエチルアンモニウム)エトキシ]-1,4-フェニレン-アルト-1,4-フェニレン]ジプロマイド(PPP-NEt3+)、ポリ[2-(2'-エチルヘキシルオキシ)-5-メトキシ-1,4-フェニレンビニレン](MEH-PPV)、ポリ(5-メトキシ(2-プロパノキシサルフォニド)-1,4-フェニレンビニレン)(MPS-PPV)、ポリ[2,5-ビス(ヘキシルオキシ)-1,4-フェニレン-(1-シアノビニレン)](CN-PPV)、または、ポリ(ベンゾチアゾールフルオレン)(PBF)等を好ましく用いることができるが、本発明はこれらに特に限定されない。

【0021】また、高分子発光材料の前駆体としては、有機EL素子の発光材料に使用される公知の任意の前駆体を選択して用いることができる。例えば、ポリ(p-

フェニレンビニレン)前駆体(Pre-PPV)、ポリ(p-フェニレン)前駆体(Pre-PPP)、ポリ(p-ナフタレンビニレン)前駆体(Pre-PNV)等を好ましく用いることができるが、本発明はこれらに特に限定されない。

【0022】また、低分子発光材料としては、有機EL素子の発光材料に使用され得る公知の低分子発光材料の中から任意の材料を選択して用いることができる。例えば、芳香族ジメチリデン化合物、オキサジアゾール化合物、トリアゾール誘導体、チオピラジンジオキソ誘導体、ベンゾキノン誘導体、ナフトキノン誘導体、アントラキノン誘導体、ジフェノキノン誘導体、フルオレノン誘導体等の蛍光性有機材料、アゾメチン亜鉛錯体、(8-ヒドロキシキノリナト)アルミニウム錯体等の蛍光性有機金属化合物等を好ましく用いることができるが、本発明はこれらに特に限定されない。

【0023】また、これら低分子発光材料を分散する高分子材料としては、任意の公知の高分子材料から選択して用いることができる。例えば、ポリカーボネート、ポリメタクリレート、ポリカルバゾール等を好ましく用いることができるが、本発明はこれらに特に限定されない。

【0024】これらの高分子材料に低分子発光材料を分散する場合、低分子発光材料の配合量は、有機発光層が有機発光層としての機能を発揮し得る任意の量とすることができる。好ましくは、高分子材料と低分子発光材料との合計のうちの0.1~95重量%であり、より好ましくは、1~80重量%であり、さらに好ましくは、5~70重量%である。

【0025】正孔輸送材料としては、従来公知の任意の正孔輸送材料が使用可能である。正孔輸送材料は、無機化合物でもよく、また有機化合物でも良い。無機化合物としては公知の無機半導体を用い得る。有機化合物としては、従来光伝導材料において正孔輸送材料として慣用されている材料または有機エレクトロルミネッセンス素子の正孔輸送材料に使用される公知の材料の中から任意の材料を選択して用いることができる。例えば、ポルフィリン化合物、N,N'-ビス-(3-メチルフェニル)-N,N'-ビス-(フェニル)ベンジジン、N,N'-ジ(ナフチレン-1-イル)-N,N'-ビジフェニル-ベンジジン等の芳香族第三級アミン化合物、ヒドラゾン化合物、キナクリドン化合物、スチリルアミン化合物などの低分子材料が挙げられるが、本発明はこれらに限定されない。

【0026】電子輸送材料としては、従来公知の任意の電子輸送材料が使用され得る。無機化合物でも有機化合物でも良い。無機化合物としては公知の無機半導体を用いることができる。有機化合物としては、従来光伝導材料において電子輸送材料として慣用されている材料または有機エレクトロルミネッセンス素子の電子輸送材料に

使用される公知の材料から任意の材料を選択して用いることができる。例えば、オキサジアゾール誘導体、トリアゾール誘導体、チオピラジンジオキシド誘導体、ベンゾキノン誘導体、ナフトキノン誘導体、アントラキノン誘導体、ジフェノキノン誘導体、フルオレノン誘導体などの低分子材料が好ましく使用され得るが、本発明はこれらに限定されない。

【0027】ドナーまたはアクセプターなどの添加剤としては、公知の任意の添加剤を使用し得る。

【0028】発光性のドーパントとしては、有機EL素子のドーパントに使用される公知の材料の中から任意の材料を選択して用いることができる。例えば、クマリン系色素、ビリジン系色素、ローダミン系色素、アクリジン系色素、フニロキサゾン、DCM、キナクリドン、ルブレン等の蛍光性色素等を好ましく用いることができるが、本発明はこれらに限定されない。

【0029】有機発光層は、上記の材料を用いて、公知の任意の方法で作製することができる。好ましくは、スピンコーティング、ディッピング、ドクターブレード法等の塗布法、インクジェット法、ニードルもしくはノズルから塗液を吐出する方法、スクリーン印刷法、凸版、凹版、平板印刷法、オフセット印刷法等の印刷法、転写法等のウェットプロセスで形成することができる。

【0030】有機発光層の厚みは、有機発光層として機能し得る限り、任意の厚みであり得る。好ましくは、1 nm～3 μmであり、より好ましくは、5 nm～1 μmであり、さらに好ましくは、40 nm～200 nmである。

【0031】（正孔輸送層）正孔輸送層は、高分子正孔輸送材料もしくは高分子正孔輸送材料の前駆体、または低分子正孔輸送材料を必須成分として含む。

【0032】正孔輸送層は、高分子正孔輸送材料または高分子正孔輸送材料の前駆体から構成されても良い。また、低分子正孔輸送材料が高分子材料中に分散されて構成されても良い。

【0033】正孔輸送層は、アクセプター分子等の添加剤を含有しても良い。

【0034】高分子正孔輸送材料としては、有機EL素子、光導電性材料の正孔輸送材料に使用される公知の任意の材料から選択して用いることができる。例えば、ポリアニリン（PANI）、3,4-ポリエチレンジオキシチオフェン（PEDT）、ポリカルバゾール（PVCz）、ポリ（トリフェニルアミン誘導体）（Poly-TPD）等を好ましく用いることができるが、本発明はこれらに特に限定されない。

【0035】高分子発光材料の前駆体としては、有機EL素子、または光導電性材料の正孔輸送材料に使用される公知の任意の前駆体中から選択して用いることができる。例えば、Pre-PPV、Pre-PNV等を用いることができるが、本発明はこれらに特に限定されな

い。

【0036】低分子正孔輸送材料としては、有機発光層中の材料として上述した材料が使用可能である。

【0037】ここで、低分子正孔輸送材料を分散する高分子材料としては、例えば、有機発光層中の材料として上述した材料が使用可能である。すなわち、任意の公知の高分子材料から選択して用いることができる。例えば、ポリカーボネート、ポリメタクリレート、ポリカルバゾール等を好ましく用いることができるが、本発明はこれらに特に限定されない。

【0038】これらの高分子材料に低分子正孔輸送材料を分散する場合、低分子正孔輸送材料の配合量は、正孔輸送層が正孔輸送層としての機能を発揮し得る任意の量とすることができる。好ましくは、高分子材料と低分子正孔輸送材料との合計に対して0.1～95重量%であり、より好ましくは、1～80重量%であり、さらに好ましくは、5～70重量%である。

【0039】正孔輸送層の厚みは、正孔輸送層として機能し得る限り、任意の厚みであり得る。好ましくは、1 nm～3 μmであり、より好ましくは、5 nm～1 μmであり、さらに好ましくは、40 nm～200 nmである。

【0040】（電子輸送層）電子輸送層は、高分子電子輸送材料もしくは高分子電子輸送材料、または低分子電子輸送材料を含む。

【0041】電子輸送層は、高分子電子輸送材料または高分子電子輸送材料の前駆体から構成されても良い。また、低分子電子輸送材料が高分子材料中に分散されて構成されても良い。

【0042】電子輸送層は、ドナー分子等の添加剤を含有しても良い。

【0043】高分子電子輸送材料は、有機EL素子または光導電材料の電子輸送材料に使用され得る公知の任意の高分子材料から選択して用いることができる。例えば、ポリ（オキサジアゾール誘導体）（Poly-Oxz）等を用いることができるが、本発明はこれらに特に限定されない。

【0044】高分子電子輸送材料の前駆体は、有機EL素子または光導電材料の電子輸送材料に使用され得る公知の任意の高分子材料の前駆体から選択して用いることができる。

【0045】低分子電子輸送材料としては、有機発光層中の電子輸送材料として上述した材料が使用可能である。

【0046】低分子電子輸送材料を分散する高分子材料としては、有機発光層中の材料として上述した材料が使用可能である。すなわち、任意の公知の高分子材料から選択して用いることができる。例えば、ポリカーボネート、ポリメタクリレート、ポリカルバゾール等を好ましく用いることができるが、本発明はこれらに特に限定さ

10

20

30

40

50

れない。

【0047】これらの高分子材料に低分子電子輸送材料を分散する場合、低分子電子輸送材料の配合量は、電子輸送層が電子輸送層としての機能を発揮し得る任意の量とすることができる。好ましくは、高分子材料と低分子電子輸送材料との合計に対して0.1～95重量%であり、より好ましくは、1～80重量%であり、さらに好ましくは、5～70重量%である。

【0048】電子輸送層の厚みは、電子輸送層として機能し得る限り、任意の厚みであり得る。好ましくは、1nm～3μmであり、より好ましくは、5nm～1μmであり、さらに好ましくは、40nm～200nmである。

【0049】(陽極)陽極は、導電性物質から形成される。正孔をより効率良く有機EL媒体へ注入する観点から使用される導電性物質としては、5.0eV以上の仕事関数を有する金属、合金、電気伝導性化合物、またはこれらの混合物等が好適である。例えば、ニッケル、パラジウム、白金、または金等またはそれらの合金、またはCuI、ITO、SnO<sub>2</sub>、ZnO等の透明電極等が

用いられ得るが、これらに限定されない。

【0050】これらの導電性物質は、公知の任意の成膜方法によって、陽極の形状に成形される。好ましくは、スパッタリングまたは真空蒸着法等によって成膜される。印刷法により形成される場合については、第1電極の形成方法に関して後述する方法と同様である。メッキ法により形成される場合については、第2電極の形成方法に関して後述する方法と同様である。

【0051】陽極として第1電極および第2電極の積層体を採用しない場合の陽極の厚みは、陽極として機能し得る限り、任意の厚みであり得る。好ましくは、10nm～10μmであり、より好ましくは、50nm～1μmであり、さらに好ましくは、100nm～300nmである。

【0052】なお、陽極として、第1電極および第2電極の積層体を採用する場合については、さらに後述する。

【0053】(陰極)陰極は、導電性物質から形成される。従来公知の任意の導電性物質が使用可能である。電子をより効率良く有機EL媒体へ注入する観点から使用され得る導電性物質としては、4.0eV以下の仕事関数を有する金属、合金、電気伝導性化合物、またはこれらの混合物等が好適である。例えば、マグネシウム、カルシウム、リチウムまたはこれらを含有する合金等の半透明膜等が用いられるが、これらに限定されない。

【0054】これらの導電性物質は、公知の任意の方法で陰極の形状に成形される。好ましくは、スパッタリングまたは真空蒸着法等によって膜として形成される。印刷法により形成される場合については、第1電極の形成方法に関して後述する方法と同様である。メッキ法によ

り形成される場合については、第2電極の形成方法に関して後述する方法と同様である。

【0055】陰極として第1電極および第2電極の積層体を採用しない場合の陰極の厚みは、陰極として機能し得る限り、任意の厚みであり得る。好ましくは、10nm～10μmであり、より好ましくは、50nm～1μmであり、さらに好ましくは、100nm～300nmである。

【0056】なお、陰極として、第1電極および第2電極の積層体を採用する場合については、さらに以下に説明する。

【0057】(第1電極)第1電極は、第2電極と積層されて陽極または陰極として使用される電極である。第1電極は、導電性微粒子を含有し、印刷法により形成される。第1電極には、必要に応じて、高分子材料または重合性分子が含有されていても良い。

【0058】(印刷法)印刷法としては、従来公知の印刷法を使用することができる。具体的には、例えば、インクジェット法、ニードルもしくはノズルから塗液を吐出する方法、スクリーン印刷法、凸版、凹版、平板印刷法、オフセット印刷法等が挙げられる。印刷に用いるインクとしては、導電性微粒子を含有する任意のインクを使用することができる。インク中の導電性微粒子以外の成分としては、導電性微粒子を溶解または分散するためのポリマーまたはモノマー、溶媒もしくは希釈剤などの、インクとして従来公知の材料を用いることができる。例えば、公知のインク用ポリマーまたはポリマーなどが使用可能である。

【0059】(導電性微粒子)導電性微粒子としては、公知の任意の導電性微粒子が使用可能であり、特に限定されない。

【0060】導電性微粒子の大きさとしては、電極に導電性を付与し得る限り、限定されない。好ましくは、0.001μm～1000μmであり、より好ましくは、0.01μm～100μmであり、さらに好ましくは、0.1μm～10μmである。

【0061】導電性微粒子の量としては、第1電極に導電性を付与し得る量である限り、限定されない。好ましくは、第1電極の1×10<sup>-3</sup>～90重量%であり、より好ましくは、1×10<sup>-2</sup>～70重量%である。さらに好ましくは、0.1～50重量%である。

【0062】第1電極および第2電極を陰極とする場合、電子をより効率良く有機EL媒体へ注入する観点から、仕事関数が4.0eV以下の導電性微粒子が好ましい。例えば、カルシウム、マグネシウム、リチウムあるいはこれらを含有する合金等を使用する事ができるが、本発明はこれらに限定されない。なお、仕事関数が4.0eV以下の導電性微粒子に加えて、仕事関数が4.0eVを超える導電性微粒子を併用してもよい。

【0063】ここで、仕事関数とは、金属または半導体

の結晶表面からその外側へ、1個の電子を取り出すのに必要な最小のエネルギーをいう。

【0064】第1電極および第2電極を陽極とする場合、正孔をより効率良く有機EL媒体へ注入する観点から、仕事関数が5.0 eV以下の導電性微粒子が好ましい。例えば、ニッケル、金、白金、またはパラジウムあるいはこれらを含む合金等が用いられるが、これらに限定されない。なお、仕事関数が5.0 eV以下の導電性微粒子に加えて、仕事関数が5.0 eVを超える導電性微粒子を併用してもよい。

【0065】第1電極の厚みは、第1電極として機能し得る限り、任意の厚みであり得る。好ましくは、10 nm~20 μmであり、より好ましくは、100 nm~10 μmであり、さらに好ましくは、500 nm~3 μmである。

【0066】(第2電極)第2電極は、第1電極に積層されて陽極または陰極を構成する電極である。

【0067】第2電極は、メッキ法により形成される。メッキ法は、電解メッキ法でも、無電解メッキ法でもよい。抵抗の観点から、電界メッキ法が好ましい。メッキに使用する金属は、従来メッキに使用されているものであれば特に限定されないが、密着性および環境問題の観点から、銅、ニッケル、亜鉛、錫、金または銀が好ましい。また、これらの複合メッキであってもよい。

【0068】第2電極の厚みは、第2電極として機能し得る限り、任意の厚みであり得る。好ましくは、1 nm~3 μmであり、より好ましくは、5 nm~1 μmであり、さらに好ましくは、100 nm~1 μmである。

【0069】第1電極の厚みと第2電極の厚みとの和は、電極として機能し得る限り、任意の厚みであり得る。好ましくは、2 nm~6 μmであり、より好ましくは、10 nm~2 μmであり、さらに好ましくは、20 nm~1 μmである。

【0070】第1電極および第2電極の形成法としては、まず第1電極として、導電性微粒子のみを含む塗液または導電性微粒子と高分子材料とを含む塗液を印刷法により塗布してパターンを形成し、加熱により定着させてもよい。また、導電性微粒子と重合性分子とを含む塗液を印刷法により塗布してパターンを形成し、加熱または紫外線照射により重合または定着させてもよい。

【0071】次に、例えば、この第1電極を有する基板をメッキ液に漬け、第1電極に電流を流して、メッキ法により第1電極上のみ第2電極を形成する。

【0072】また、本発明においては、第1電極および第2電極の2層のみからなる積層体を陽極または陰極として採用することが好ましいが、必要に応じて、さらに、第1電極もしくは第2電極を積層するか、あるいは他の層を積層して3層以上の電極としてもよい。

【0073】(好ましい実施形態)以下、本発明の好ま

しい実施形態について図面を参照して説明する。

【0074】図1は、本発明の第1の実施形態による有機EL素子を示す断面図である。図1を参照して、有機EL素子は、透明基板1上に形成された陽極2と、有機発光層4と、第1電極6と、第2電極7から構成されている。ここで、有機発光層4は、図1に示されるような1層であっても良いが、必要に応じて多層構造としても良い。

【0075】図2は、本発明の第2の実施形態による有機EL素子を示す断面図である。図2を参照して、有機EL素子は、透明基板1上に形成された陽極2と、正孔輸送層3と、有機発光層4と、第1電極6と、第2電極7とから構成されている。ここで、正孔輸送層3は、図2に示されるように1層であっても良いが、必要に応じて多層構造としても良い。有機発光層4もまた、図2に示されるように1層であっても良いが、必要に応じて多層構造としても良い。

【0076】図3は、本発明の第3の実施形態による有機EL素子を示す断面図である。図3を参照して、有機EL素子は、透明基板1と、陽極2と、有機発光層4と、電子輸送層5と、第1電極6と、第2電極7とから構成されている。

【0077】電子輸送層5は、図3に示されるように1層であっても良いが、必要に応じて多層構造とされても良い。また有機発光層4は、図3に示されるように1層であっても良いが、必要に応じて多層構造とされても良い。

【0078】図4は、本発明の第4の実施形態による有機EL素子を示す断面図である。図4を参照して、有機EL素子は、透明基板1と、陽極2と、正孔輸送層3と、有機発光層4と、電子輸送層5と、第1電極6と、第2電極7とから構成されている。

【0079】ここで、正孔輸送層3、有機発光層4、および電子輸送層5は、図4に示されるようにそれぞれ1層であっても良いが、それぞれ独立して、必要に応じて多層構造としても良い。

【0080】(第1電極および第2電極を陽極とする態様)別の好ましい実施態様において、第1電極および第2電極の積層構造からなる電極を陽極として用いても良い。この場合、上述した各実施態様において、図面中において参照番号2として説明された陽極の場所に、陰極が用いられる。

【0081】この場合、陰極における導電性物質は、電子をより効率良く有機EL媒体へ注入する観点から、4.0 eV以下の仕事関数を有する金属、合金、電気伝導性化合物、またはこれらの混合物等が好適である。例えば、マグネシウム、カルシウム、リチウムまたはこれらを含む合金等の半透明膜等が用いられるが、これらに限定されない。

【0082】第1電極および第2電極を陽極とする場

合、正孔をより効率良く有機EL媒体へ注入する観点から、第1電極は、仕事関数が5.0 eV以下の導電性微粒子を含む事が好ましい。例えば、ニッケル、金、白金、またはパラジウムあるいはこれらを含有する合金等が用いられるが、これらに限定されない。

【0083】第1電極および第2電極の積層構造からなる電極を陽極として用いる場合、例えば、透明基板/陰極/有機EL媒体層/第1電極/第2電極の構成が採用され得る。具体的には例えば、透明基板/陰極/有機発光層/第1電極/第2電極の構成としてもよく、透明基板/陰極/有機発光層/正孔輸送層/第1電極/第2電極の構成としてもよく、透明基板/陰極/電子輸送層/有機発光層/第1電極/第2電極の構成としてもよく、透明基板/陰極/電子輸送層/有機発光層/正孔輸送層/第1電極/第2電極の構成でも良い。

【0084】

【実施例】以下に、実施例に基づいて本発明を具体的に説明する。ただし、本発明はこれらの実施例によってなら限定されない。

【0085】（実施例1）50mm角のガラス基板上にスパッタリングにより成膜した膜厚200nmのインジウムスズ酸化物（ITO）を、2mm幅のストライプ状にパターンニングした。これを水洗した後、水超音波洗浄10分、アセトン超音波洗浄10分、およびイソプロピルアルコール蒸気洗浄5分を行い、100℃の乾燥機

中で1時間乾燥した。

【0086】この上に、スピンコーターにより、3,4-ポリエチレンジオキシチオフエンを厚さ50nm形成し、正孔注入層とした。

【0087】次に、スピンコーターにより、ポリフェニレンビニレン前駆体厚さ50nmを形成した。引き続き、窒素雰囲気下で150℃で6時間、加熱処理を行って、ポリフェニレンビニレンに変換し、有機発光層とした。

【0088】次に、アミコンC-940-4（グリースジャパン株式会社製）を、スクリーン印刷法を用いて、4mm間隔で2mm幅、厚さ2μmに塗布し、パターン電極を作製した。得られたパターン電極中には、導電性微粒子として、銀がエポキシ樹脂に含まれている。

【0089】その後、陰極を外電源に結線したまま、ニッケルメッキ溶液に漬け、通電して、パターン電極上に厚さ500nmのニッケル層を積層した。

【0090】その後、ニッケルの密着性を向上させる為、150℃で4時間アニールを行った。

【0091】次に、この素子に10Vの電圧を印加し

て、輝度を測定した。その結果、300cd/cm<sup>2</sup>であった。

【0092】（実施例2）アミコンC-940-4に、サブミクロンオーダーの粒径（約0.1~1μ）のマグネシウム微粒子を添加し、分散機により分散して塗液を得た。この塗液を、アミコンC-940-4の代わりに用いた事以外は、実施例1と同様にEL素子を作製した。微粒子を含むパターン電極中のマグネシウム微粒子濃度は10重量%であった。この素子に10Vの電圧を印加して、輝度を測定した。その結果、800cd/cm<sup>2</sup>であった。

【0093】（実施例3）マグネシウムの代わりに、サブミクロンオーダーの粒径（約0.1~1μ）のリチウムを用いた事以外は、実施例2と同様にEL素子を作製した。微粒子を含むパターン電極中のリチウム微粒子濃度は10重量%であった。この素子に10Vの電圧を印加して、輝度を測定した。その結果、1000cd/cm<sup>2</sup>であった。

【0094】（実施例4）ニッケルメッキ溶液の代わりに銅メッキ溶液に漬け、パターン電極上に厚さ500nmの銅層を積層した事以外は、実施例3と同様にEL素子を作製した。この素子に10Vの電圧を印加して、輝度を測定した。その結果、2200cd/cm<sup>2</sup>であった。

【0095】（実施例5）ニッケルメッキ溶液の代わりに亜鉛メッキ溶液に漬け、パターン電極上に厚さ500nmの亜鉛層を積層した事以外は、実施例3と同様にEL素子を作製した。この素子に10Vの電圧を印加して、輝度を測定した。その結果、1100cd/cm<sup>2</sup>であった。

【0096】（実施例6）ニッケルメッキ溶液の代わりに錫メッキ溶液に漬け、パターン電極上に厚さ500nmの錫層を積層した事以外は、実施例3と同様にEL素子を作製した。この素子に10Vの電圧を印加して、輝度を測定した。その結果、860cd/cm<sup>2</sup>であった。

【0097】（実施例7）ニッケルメッキ溶液の代わりに金メッキ溶液に漬け、パターン電極上に厚さ500nmの金層を積層した事以外は、実施例3と同様にEL素子を作製した。この素子に10Vの電圧を印加して、輝度を測定した。その結果、1800cd/cm<sup>2</sup>であった。

【0098】（実施例8）ニッケルメッキ溶液の代わりに銀メッキ溶液に漬け、パターン電極上に厚さ500nmの銀層を積層した事以外は、実施例3と同様にEL素子を作製した。この素子に10Vの電圧を印加して、輝度を測定した。その結果、2400cd/cm<sup>2</sup>であった。

【0099】（比較例1）50mm角のガラス基板上にスパッタリングにより成膜した膜厚200nmのインジ



ウムスズ酸化物（ITO）を、2mm幅のストライプ状にパターンニングした。これを水洗した後、水超音波洗浄10分、アセトン超音波洗浄10分、およびイソプロピルアルコール蒸気洗浄5分を行い、100℃の乾燥機中で1時間乾燥した。

【0100】この上に、スピンコーターにより、3,4-ポリエチレンジオキシチオフェンを厚さ50nm形成し、正孔注入層とした。

【0101】次に、スピンコーターにより、ポリフェニレンビニレン前駆体厚さ50nmを形成した。引き続き、窒素雰囲気下で150℃で6時間、加熱処理を行って、ポリフェニレンビニレンに変換し、有機発光層とした。

【0102】次に、アミコンC-940-4（グリースジャパン株式会社製）を、スクリーン印刷法を用いて、4mm間隔で2mm幅、厚さ2μmに塗布し、パターン電極を作製した。このパターン電極には、導電性微粒子として、銀がエポキシ樹脂に含まれている。

【0103】次に、この素子に10Vの電圧を印加して、輝度を測定した。その結果、80cd/cm<sup>2</sup>であ

った。

【0104】  
【発明の効果】本発明により、ウェットプロセスで、低抵抗の電極を形成することが可能となり、その結果、低電圧駆動が可能で、コストが安価、作製が容易な有機EL素子が提供される。

【0105】有機発光層が陽極と陰極により挟持された有機EL素子において、少なくとも一方の電極を、印刷法により形成された少なくとも導電性微粒子を含有する第1電極とメッキ法によって形成された第2電極との積層構造とすることにより、低電圧駆動可能で生産性の高い有機EL素子が得られる。

【0106】本発明の少なくとも1層の有機発光層を含\*

\* 有機EL媒体が、陽極と陰極により挟持された有機EL素子において、少なくとも一方の電極が、印刷法により形成される少なくとも導電性微粒子を含有する第1電極とメッキ法によって形成された第2電極の積層構造であれば、低抵抗の電極をウェットプロセスで作製することが可能となる。

【0107】また、前記第1電極と第2電極の積層構造を取る電極を陰極として用いる場合には、前記導電性微粒子が、少なくとも1種類の4.0eV以下の仕事関数を有する導電性微粒子であれば、電極から有機EL媒体への電子の注入を向上させる事が可能となる。

【0108】また、前記第1電極と第2電極の積層構造を取る電極を陽極として用いる場合には、前記導電性微粒子が、少なくとも1種類の5.0eV以上の仕事関数を有する導電性微粒子であれば、電極から有機EL媒体への正孔の注入を向上させる事が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の素子の第1の実施態様を示す断面図である。

【図2】 本発明の素子の第2の実施態様を示す断面図である。

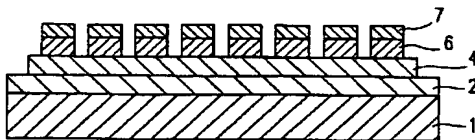
【図3】 本発明の素子の第3の実施態様を示す断面図である。

【図4】 本発明の素子の第4の実施態様を示す断面図である。

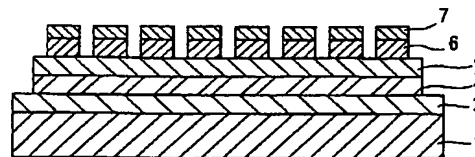
【符号の説明】

- 1 透明基板
- 2 陽極
- 3 正孔輸送層
- 4 有機発光層
- 5 電子輸送層
- 6 印刷法により形成された第1電極
- 7 メッキ法により形成された第2電極

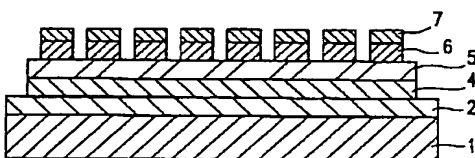
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

